

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003222546 A

(43) Date of publication of application: 08.08.03

(51) Int. Cl G01F 1/696
 // H05B 3/00

(21) Application number: 2002076299

(71) Applicant: YAZAKI CORP

(22) Date of filing: 19.03.02

(72) Inventor: KONNO YOSHITO

(30) Priority: 20.11.01 JP 2001354360

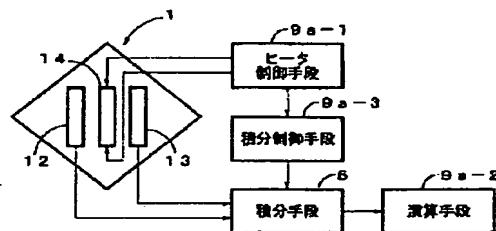
(54) FLOW MEASURING METHOD, FLOW
MEASURING DEVICE AND HEATER CONTROL
DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flow measuring device capable of reducing power consumption in a flow velocity sensor.

SOLUTION: A heater control means 9a-1 starts intermittently heating by a heater 14, and stops heating by the heater 14 before outputs of temperature sensors 12, 13 changing corresponding to heating start by the heater 14 are saturated. An integration control means 9a-3 allows an integration means 6 to integrate the outputs of the temperature sensors 12, 13 during the whole period of heating by the heater 14. An operation means 9a-2 operates the flow rate of the fluid based on the outputs of the temperature sensors 12, 13 integrated by the integration means 6.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-222546

(P2003-222546A)

(43) 公開日 平成15年8月8日 (2003.8.8)

(51) Int.Cl.
G 0 1 F 1/696
// H 0 5 B 3/00

識別記号
3 1 0

F I
H 0 5 B 3/00
G 0 1 F 1/68

テマコード(参考)

3 1 0 D 2 F 0 3 5
2 0 1 C 3 K 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L. (全9頁)

(21) 出願番号 特願2002-76299(P2002-76299)
(22) 出願日 平成14年3月19日 (2002.3.19)
(31) 優先権主張番号 特願2001-354360(P2001-354360)
(32) 優先日 平成13年11月20日 (2001.11.20)
(33) 優先権主張国 日本 (JP)

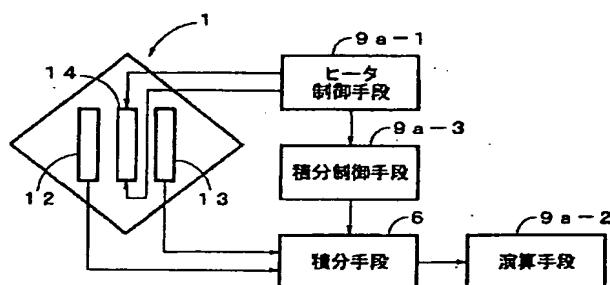
(71) 出願人 000006895
矢崎總業株式会社
東京都港区三田1丁目4番28号
(72) 発明者 今野 舜人
静岡県天竜市二俣町南鹿島23 矢崎計器株
式会社内
(74) 代理人 100060690
弁理士 濵野 秀雄 (外3名)
F ターム(参考) 2F035 EA05 EA08 EA09
3K058 AA42 AA73 AA87 BA00 CA12

(54) 【発明の名称】 流量計測方法、流量計測装置及びヒータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 流速センサでの消費電力の低減を図った流量計測装置を提供する。

【解決手段】 ヒータ制御手段9a-1が、間欠的に、ヒータ14による加熱を開始させ、ヒータ14の加熱開始に応じて変化する温度センサ12、13の出力が飽和する前に、ヒータ14による加熱を停止させる。積分制御手段9a-3が、ヒータ14が加熱を行っている全期間、積分手段6による温度センサ12、13の出力を積分させる。演算手段9a-2が、積分手段6により積分された温度センサ12、13の出力に基づき、流体の流量を演算する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体を加熱するヒータ及び該ヒータに対して、前記流体の流れ方向に沿って配置された温度センサを有する流速センサを制御して、前記流体の流量を計測するための流量計測方法であって、

間欠的に、前記ヒータによる加熱を開始させ、前記ヒータの加熱開始に応じて変化する前記温度センサの出力が飽和する前に、前記ヒータによる加熱を停止させ、前記温度センサの出力に基づき、前記流体の流量を演算することを特徴とする流量計測方法。

【請求項2】 流体を加熱するヒータ及び該ヒータに対して、前記流体の流れ方向に沿って配置された温度センサを有する流速センサを制御して、前記流体の流量を計測する流量計測装置であって、

間欠的に、前記ヒータによる加熱を開始させ、前記ヒータの加熱開始に応じて変化する前記温度センサの出力が飽和する前に、前記ヒータによる加熱を停止させるヒータ制御手段と、

前記温度センサの出力に基づき、前記流体の流量を演算する演算手段とを備えることを特徴とする流量計測装置。

【請求項3】 請求項2記載の流量計測装置であって、前記演算手段は、積分手段により積分された前記温度センサの出力に基づき、前記流体の流量を演算することを特徴とする流量計測装置。

【請求項4】 請求項3記載の流量計測装置であって、前記積分手段に、前記ヒータが加熱を行っている全期間、前記温度センサの出力を積分させる積分制御手段をさらに備えることを特徴とする流量計測装置。

【請求項5】 請求項2～4何れか1項記載の流量計測装置であって、

前記演算手段は、複数の演算式を格納し、前記温度センサの出力に応じた演算式を用いて、前記流量の演算を行うことを特徴とする流量計測装置。

【請求項6】 流体を加熱するヒータ及び該ヒータに対して、前記流体の流れ方向に沿って配置された温度センサを有する流速センサ内の前記ヒータの加熱を制御するヒータ制御装置であって、

間欠的に、前記ヒータによる加熱を開始させ、前記ヒータの加熱開始に応じて変化する前記温度センサの出力が飽和する前に、前記ヒータによる加熱を停止させる第1ヒータ制御手段を備えたことを特徴とするヒータ制御装置。

【請求項7】 請求項6記載のヒータ制御装置であって、

間欠的に、前記ヒータによる加熱を開始させ、前記ヒータの加熱開始に応じて変化する前記温度センサの出力が飽和した後に、前記ヒータによる加熱を停止させる第2ヒータ制御手段と、

前記第1及び第2ヒータ制御手段の何れか一方を選択

し、該選択したヒータ制御手段による加熱制御を行わせる制御切替手段とをさらに備えることを特徴とするヒータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、流量計測方法、流量計測装置及びヒータ制御装置に係わり、特に、流体を加熱するヒータと、ヒータに対して、流体の流れ方向に沿って配置された温度センサとを有する流速センサを制御して、流体の流量を計測するための流量計測方法、当該方法を実施した流量計測装置及び上記流速センサ内のヒータの加熱を制御するヒータ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の流量計測方法を実施した流量計測装置に制御される流速センサとして、図6に示すような、マイクロフローセンサが知られている。同図に示すように、マイクロフローセンサ1は、図6中断面で示すガス流路10の内壁に配設されており、半導体基台11と、この半導体基台11上に形成された不図示の薄膜層と、この薄膜層上に形成された温度センサとしてのサーモバイル12、13及びヒータとしてのヒータ抵抗器14とを備えている。また、上記サーモバイル12、ヒータ抵抗器14、サーモバイル13は、この順で、ガス流路10内を流れるガスの流れ方向Dに沿って、等間隔に配列されている。

【0003】上述したヒータ抵抗器14は、図7に示すように、スイッチ2を介して電源3と接続されている。電源3は、バッテリ31及び定電圧回路33を有しており、バッテリ31からの電圧を、定電圧回路33により所定の定電圧に変換して出力するように構成されている。なお、電源3としては、上述した定電圧制御の他に、ヒータ抵抗器14に対して定電流を供給する定電流制御、ヒータ抵抗器14に対して定電力を供給する定電力制御、ガス温度とヒータ抵抗器14の発熱温度との差が、常時、一定となるように、ヒータ抵抗器14に対して駆動電流を供給する定温度制御などいろいろな制御がある。

【0004】また、サーモバイル12、13が発生する熱起電力V_{DTH}及びV_{UTH}は、図7の等価回路図で示すように、差動増幅器4に供給され、差動増幅器4は、熱起電力の差(V_{DTH}-V_{UTH})を出力する。なお、図中zは、約0.7Vの電源である。このように、サーモバイル12、13が発生する熱起電力に、0.7Vの電圧を加算することにより、周囲温度などの変動に起因して、熱起電力の値が上下してもその影響を小さくすることができる。

【0005】上述した構成のマイクロフローセンサ1の原理について以下説明する。ヒータ抵抗器14は、スイッチ2のオンにより通電されて、加熱を開始する。この結果、ガス流路10にガスが流れていないときは、ヒー

タ抵抗器14付近のガスに熱が伝わり、該ヒータ抵抗器14付近の上流側、下流側の温度分布は、対称分布となる。つまり、サーモバイル12、13付近の温度が等しい温度に上昇するためサーモバイル12、13の熱起電力 V_{DTH} 及び V_{UTH} はほぼ等しくなり、差動増幅器4の出力($V_{DTH}-V_{UTH}$)はほぼ0となる。

【0006】今、ヒータ抵抗器14が通電している間、図6のガスの流れ方向Dにガスが流れると、上流側は冷却され降温する。一方、下流側はガスの流れを媒体としてヒータ抵抗器14から熱伝導が促進され昇温する。この結果、ヒータ抵抗器14の上流側にあるサーモバイル12はガスの流れにより、降温されるため熱起電力 V_{UTH} が減少し、一方、下流側にあるサーモバイル13はガスの流れにより、昇温されるため熱起電力 V_{DTH} が増加する。流速が増加すると、これに伴って上述した降温分と昇温分も増加するので、差動増幅器4の出力($V_{DTH}-V_{UTH}$)は流速に応じた出力となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した流速センサを制御して、流量を計測する流量計測装置は、一般的に、ガスマータとして使用されるため、野外に設置されることが多い。このようなガスマータは、その動作電源を電池から得ている場合が多く、消費電力を抑えて、電池消耗に伴う電池交換の頻度を少なくしたいという要望があった。

【0008】そこで、ヒータ抵抗器14を常時通電せずに、間欠的に通電して、流速センサでの消費電力低減を図った流量計測装置が、従来から知られている。その際の通電時間は、図8に示すように、サーモバイル12、13の温接点が、通電時間内で、ヒータ抵抗器14により暖められた周囲温度に達するような時間T1、言い換えると、通電時間内で、ヒータ抵抗器14の加熱開始に応じて変化するサーモバイル12、13の出力が飽和するような時間T1に定められていた。

【0009】しかしながら、上述したように、ヒータ抵抗器14の通電を間欠的に行ったとしても、その通電時間は、少なくともヒータ抵抗器14により加熱を開始してから、サーモバイル12、13の出力が飽和する時間、必要であった。このため、十分に省電力化を図ったとは言えなかった。

【0010】そこで、本発明は、上記のような問題点に着目し、流速センサでの消費電力の低減を図った流量計測方法、当該方法を実施した流量計測装置及び流速センサでの消費電力の低減を図ったヒータ制御装置を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためになされた請求項1記載の発明は、流体を加熱するヒータ及び該ヒータに対して、前記流体の流れ方向に沿って配置された温度センサを有する流速センサを制御して、

前記流体の流量を計測するための流量計測方法であつて、間欠的に、前記ヒータによる加熱を開始させ、前記ヒータの加熱開始に応じて変化する前記温度センサの出力が飽和する前に、前記ヒータによる加熱を停止させ、前記温度センサの出力に基づき、前記流体の流量を演算することを特徴とする流量計測方法に存する。

【0012】請求項2記載の発明は、図1の基本構成図に示すように、流体を加熱するヒータ14及び該ヒータに対して、前記流体の流れ方向に沿って配置された温度センサ12、13を有する流速センサ1を制御して、前記流体の流量を計測する流量計測装置であつて、間欠的に、前記ヒータによる加熱を開始させ、前記ヒータの加熱開始に応じて変化する前記温度センサの出力が飽和する前に、前記ヒータによる加熱を停止させるヒータ制御手段9a-1と、前記温度センサの出力に基づき、前記流体の流量を演算する演算手段9a-2とを備えることを特徴とする流量計測装置に存する。

【0013】請求項6記載の発明は、流体を加熱するヒータ及び該ヒータに対して、前記流体の流れ方向に沿って配置された温度センサを有する流速センサ内の前記ヒータの加熱を制御するヒータ制御装置であつて、間欠的に、前記ヒータによる加熱を開始させ、前記ヒータの加熱開始に応じて変化する前記温度センサの出力が飽和する前に、前記ヒータによる加熱を停止させる第1ヒータ制御手段を備えたことを特徴とするヒータ制御装置に存する。

【0014】請求項1、2及び6記載の発明によれば、間欠的に、ヒータによる加熱を開始させ、ヒータの加熱開始に応じて変化する温度センサの出力が飽和する前に、ヒータによる加熱を停止させる。そして、以上のように加熱が制御されるヒータに対して、流れ方向に沿って配置された温度センサの出力に基づき、流体の流量を演算する。

【0015】ところで、ヒータによる加熱が開始されると、ヒータの流れ方向に沿って配置された温度センサ周辺の温度が上昇する。この周囲温度の上昇に応じて、温度センサの出力が、変化し、周囲温度に応じた値になると飽和して一定となる。周囲温度の変動に対する温度センサ出力の応答速度は、周囲温度に関係なく一律である。つまり、温度センサ出力の増加速度は、周囲温度が大きくなるに従って早くなる。このため、ヒータの加熱に応じて、温度センサの出力が、上昇した周囲温度に応じた値に向かって増加している間であっても、温度センサの出力から周囲温度（即ち、流速）を求めることができる。

【0016】以上のことに着目し、ヒータによる加熱を、ヒータの加熱開始に応じて変化する温度センサの出力が飽和する前に、停止することにより、流速に応じた温度センサの出力が得られるようにヒータを加熱することができ、しかも、温度センサの出力が飽和するまでヒ

ータの加熱を持続させる必要がないため、ヒータの加熱時間を短くすることができる。

【0017】請求項3記載の発明は、図1の基本構成図に示すように、請求項2記載の流量計測装置であって、前記演算手段は、積分手段6により積分された前記温度センサの出力に基づき、前記流体の流量を演算することを特徴とする流量計測装置に存する。

【0018】請求項3記載の発明によれば、演算手段が、積分手段により積分された温度センサの出力に基づき、流体の流量を演算する。従って、温度センサ出力の瞬時値に基づいた流量演算に比べ、温度センサ出力の積分値に基づいた流量演算を行うことにより、流速に対する分解能が向上する。このため、ヒータによる加熱を、ヒータの加熱開始に応じて変化する温度センサの出力が飽和する前に、停止したことに起因して、流速に対する温度センサ出力が小さくなり、分解能が低下しても、低下した分を補うことができる。しかも、積分値を用いることにより、温度センサ出力に生じるノイズに起因する誤差を小さくすることができる。

【0019】請求項4記載の発明は、図1の基本構成図に示すように、請求項3記載の流量計測装置であって、前記積分手段に、前記ヒータが加熱を行っている全期間、前記温度センサの出力を積分させる積分制御手段9a-3をさらに備えることを特徴とする流量計測装置に存する。

【0020】請求項4記載の発明によれば、積分制御手段が、積分手段に、ヒータが加熱を行っている全期間、温度センサの出力を積分させる。従って、流速に対する温度センサ出力の積分値をより大きくすることができ、分解能が向上する。

【0021】請求項5記載の発明は、請求項1~4何れか1項記載の流量計測装置であって、前記演算手段は、複数の演算式を格納し、前記温度センサの出力に応じた演算式を用いて、前記流量の演算を行うことを特徴とする流量計測装置に存する。

【0022】請求項5記載の発明によれば、演算手段が、複数の演算式を格納し、温度センサの出力に応じた演算式を用いて、流量の演算を行う。従って、流量に応じて、演算式が変わっても、適切な流量を演算することができる。

【0023】請求項7記載の発明は、請求項6記載のヒータ制御装置であって、間欠的に、前記ヒータによる加熱を開始させ、前記ヒータの加熱開始に応じて変化する前記温度センサの出力が飽和した後に、前記ヒータによる加熱を停止させる第2ヒータ制御手段と、前記第1及び第2ヒータ制御手段の何れか一方を選択し、該選択したヒータ制御手段による加熱制御を行わせる制御切替手段とをさらに備えることを特徴とするヒータ制御装置に存する。

【0024】請求項7記載の発明によれば、第2ヒータ

制御手段が、間欠的に、ヒータによる加熱を開始させ、ヒータの加熱開始に応じて変化する温度センサの出力が飽和した後に、ヒータによる加熱を停止させる。制御切替手段が、第1及び第2ヒータ制御手段の何れか一方を選択し、選択したヒータ制御手段による加熱制御を行わせる。

【0025】第1ヒータ制御手段による加熱制御の下での流量計測は、温度センサ出力が飽和する前に、ヒータ加熱を停止してしまうため、温度センサ出力が飽和した後、ヒータ加熱を停止する第2ヒータ制御手段によるものに比べて消費電力は低いが、計測精度が低くなる。ところで、流量計測においては、流体が流れおり、高い計測精度が要求されるときと、流体が流れおらず、高い計測精度が要求されないときがある。

【0026】従って、第1及び第2ヒータ制御手段の何れか一方を選択できるようにして、選択したヒータ制御手段に加熱制御を行わせることにより、高い計測精度が要求されるときは、消費電力は多くなるが、高い計測精度が得られる第2ヒータ制御手段による加熱制御を行わせ、高い計測精度が要求されないときには、高い計測精度が得られないが、消費電力が低くなる第1ヒータ制御手段による加熱制御を行わせることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態を、図面を参照して以下説明する。図2は、本発明の流量計測方法を実施した流量計測装置及びヒータ制御装置を組み込んだ電子式ガスマータの一実施の形態を示す回路図である。同図において、図7について上述した従来の回路と同等の部分には同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0028】同図に示すように、差動増幅器4の出力($V_{DTH}-V_{UTH}$)は、スイッチ5を介して積分手段としての積分回路6に供給され、積分回路6は、差動増幅器4の出力($V_{DTH}-V_{UTH}$)を積分して、積分値 $\int(V_{DTH}-V_{UTH})dt$ として出力する。上記積分回路6は、抵抗R1及びこの抵抗R1を介して、一端子に、出力($V_{DTH}-V_{UTH}$)が供給されるオペアンプ61を備えている。

【0029】積分回路6はまた、上記オペアンプ61のマイナス端ー出力端間に接続された、コンデンサCと、抵抗R2及びスイッチ62から構成される直列回路との並列回路、オペアンプ61のマイナス端ーグランド間に接続された、抵抗R3及びスイッチ63から構成される直列回路を備えている。また、上述したオペアンプ61の+端子は、約0.7Vの電源zに接続されている。このように、オペアンプ61の出力に、0.7Vの電圧を加算することにより、オペアンプ61のオフセットが周囲温度などの変動に起因して上下してもその影響を小さくすることができる。

【0030】上記積分回路6から出力される積分値 \int

$(V_{DTH}-V_{UTH}) dt$ は、スイッチ7を介して接続されているA/D変換器8により、デジタル値に変換された後、 μ COM9に対して供給されている。なお、図2中の各スイッチ2、5、62、63及び7の図示しない制御端子は、 μ COM9に接続され、 μ COM9によりオンオフが制御されている。

【0031】上述した μ COM9は、プログラムに従って各種の処理を行う中央処理ユニット(CPU9a)、CPU9aが行う処理のプログラムなどを格納した読み出し専用のメモリであるROM9b、CPU9aでの各種の処理過程で利用するワークエリア、各種データを格納するデータ格納エリアなどを有する読み出し書き込み自在のメモリであるRAM9cなどを内蔵し、これらが図示しないバスラインによって相互接続される。

【0032】上述した構成のガスマータの動作を、図3に示すスイッチ2、5、7、62及び63のオンオフ状態のタイムチャートを参照して以下説明する。なお、図中、Hレベルが各スイッチのオン状態を示している。まず、CPU9aは、間欠時間T2毎に、アナログ回路(μ COM9以外)に電源を供給する。その後、CPU9aは、サーモバイル12、13が発生する熱起電力 V_{DTH} 及び V_{UTH} に基づいて、流量を演算するための前準備を行う。この前準備として、CPU9aは、まず、スイッチ62を所定時間T4(例えば5ms)オンして、コンデンサC内に蓄積された電荷を放電させる(図3(b))。

【0033】その後、CPU9aは、コンデンサCの容量変化に起因する積分回路6の出力である積分値 $\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt$ の変動を補正するための準備として、スイッチ63、7を所定時間T5(例えば5ms)オンし(図3(c)、(d))、このときの積分回路6の出力を、Curr-calとして、RAM9c内に格納する。

【0034】上述したように、スイッチ63をオンすると、オペアンプ61の一入力端がアースに接続されるため、RAM9c内に格納されたCurr-callは、このときの流路10内の温度である現在温度[°]で、かつ、流量 $Q [L/h]$ のときの積分値 $\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt$ であると仮定できる。

【0035】次に、CPU9aは、再び、スイッチ62を所定時間T6(例えば1ms)オンして、コンデンサC内に蓄積された電荷を放電させる(図3(b))。その後、CPU9aは、ガス自体の温度変化に起因する積分値 $\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt$ の変動を補正するための準備として、スイッチ5及びスイッチ7を所定時間T3オンして(図3(d)、(e))、このときの積分値 $\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt$ を、 $[\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt]$ OFFとして、RAM9c内に格納する。

【0036】次に、CPU9aは、再び、スイッチ62を所定時間T6オンして、コンデンサC内に蓄積された電荷を放電させる(図3(b))。その後、CPU9a

は、加熱制御処理を行う。加熱制御処理において、CPU9aは、ヒータ制御手段及び積分制御手段として働き、スイッチ2をオン制御して、ヒータ抵抗器14による加熱を開始させるとともに、スイッチ5及びスイッチ7もオン制御して、積分値 $\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt$ をCPU9aに出力させる(図3(a)、(d)、(e))。また、CPU9aは、加熱開始から所定時間T3経過すると、スイッチ2をオフ制御して、ヒータ抵抗器14による加熱を停止させるとともに、スイッチ5及びスイッチ7もオフ制御して、CPU9aに対する積分値 $\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt$ の出力を停止させる(図3(a)、(d)、(e))。

【0037】上記所定時間T3は、以下に述べるような時間に定められている。ヒータ抵抗器14による加熱が開始されると、ヒータ抵抗器14の上下流側に配置されたサーモバイル12、13の周囲温度が、そのときの流速に応じて上昇する。この周囲温度の上昇に応じて、サーモバイル13の熱起電力 V_{DTH} は、図4に示すように、周囲温度(即ち、流速)に応じた値に向かって増加し、周囲温度に応じた値に達すると飽和して、一定となる。周囲温度の変化に対する熱起電力 V_{DTH} の応答速度は、周囲温度に関係なく一律(例えば、25ms)である。

【0038】つまり、ヒータ抵抗器14による加熱開始後の熱起電力 V_{DTH} の増加速度は、周囲温度に応じた値となる。このため、熱起電力 V_{DTH} が、上昇した周囲温度に応じた値に到達していないても、熱起電力 V_{DTH} から周囲温度を求めることができる。サーモバイル12の熱起電力 V_{UTH} についても同様のことと言える。

【0039】従って、差動增幅器4の出力 $(V_{DTH}-V_{UTH})$ も、同様に、ヒータ抵抗器14の加熱開始に応じて、流速の大きさに応じた値に到達していないても、出力 $(V_{DTH}-V_{UTH})$ からガスの流速を求めることができる。

【0040】以上のことに着目し、マイクロフローセンサ1での消費電力低減を図るとともに、高流量域でのリニアリティを向上させるため、所定時間T3は、ヒータ抵抗器14による加熱開始に応じて変化する差動增幅器4の出力 $(V_{DTH}-V_{UTH})$ が、流速に応じた値に達して、飽和する前にヒータ抵抗器14による加熱を停止するような値に設定されている。具体的には、上述したように差動增幅器4の出力 $(V_{DTH}-V_{UTH})$ は、25msで飽和するため、25msより短い例えば10msに設定されている。

【0041】このため、積分回路6は、ヒータ抵抗器14が加熱を行っている全期間、差動增幅器4の出力 $(V_{DTH}-V_{UTH})$ を、積分することができる。また、CPU9aは、このときの積分値 $\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt$ を、 $[\int (V_{DTH}-V_{UTH}) dt]$ ONとして、RAM9c内に格納する。

【0042】その後、CPU9aは、サーモパイアル12、13が発生する熱起電力V_{DTH}及びV_{UTH}に基づいて、流量を演算する流量演算処理を行う。なお、上述した流量演算のための前準備、加熱制御処理及び流量演算処理の一連の動作は、各々間欠時間T2毎に行われる。

$$\left\{ \int (V_{mH} - V_{tH}) dt \right\}_{ON} - \left\{ \int (V_{mH} - V_{tH}) dt \right\}_{OFF} \times \frac{Bass-cal}{Curr-cal} = X \quad \dots(1)$$

【0043】上記式(1)に示すように、ヒータ抵抗器14が加熱を行っている間に、出力される積分値 [$\int (V_{DTH} - V_{UTH}) dt$] ONから、ヒータ抵抗器14が加熱を行っていない間に、出力される積分値 [$\int (V_{DTH} - V_{UTH}) dt$] OFFを差し引くことにより、ガス自体の温度変化に起因する積分値の変動を補正することができる。また、式(1)中のBass-calは、基準温度23[°]、かつ、流量0[L/h]のときの積分値 [$\int (V_{DTH} - V_{UTH}) dt$]に相当する。

【0044】従って、Bass-calをCurr-calで割った値を乗することにより、コンデンサCが、基準温度23[°]での容量であるとき、積分回路6から出力される積分値 [$\int (V_{DTH} - V_{UTH}) dt$] ONに、校正することができる。

【0045】上述したガス自体の温度変化及びコンデンサCの容量変動が補正された積分値Xと、流量Qとの関係は、図5に示すようになる。従って、CPU9aは、演算手段として働き、式(2)に示すような演算を行い、ガス自体の温度変化及びコンデンサ容量の容量変動が補正された積分値Xに基づき、流量を演算する。

$$Q = A X^2 + B X + C \quad \dots(2)$$

ただし、式(2)中、A、B、Cは定数であり、それぞれ流量区間(Q₀~Q₁)、(Q₁~Q₂)、(Q₂~Q₃)…毎に異なる。

【0046】そこで、CPU9aは、流量区間にに対するA、B、Cの値を予めROM9b内に格納し、積分値Xに基づき流量区間を求めると共に、流量区間に応じた定数A、B、Cを式(2)に用いて、流量を計測する。その後、CPU9aは、計測した流量を積算し、その積算値をLCD10に表示する。

【0047】以上の電子式ガスマータによれば、ヒータ抵抗器14による加熱を、ヒータ抵抗器14の加熱開始に応じて変化する出力(V_{DTH}-V_{UTH})が飽和する前に、停止することにより、出力(V_{DTH}-V_{UTH})に基づき、流速を求めることができ、しかも、出力(V_{DTH}-V_{UTH})が飽和するまでヒータの加熱を持続させる必要がないため、ヒータの加熱時間を短くすることができる。このため、マイクロフローセンサ1での消費電力の低減を図ることができる。

【0048】また、上述した電子式ガスマータによれば、CPU9aは、積分回路6により積分された差動増幅器4の出力(V_{DTH}-V_{UTH})に基づき、流体の流量を演算している。従って、出力(V_{DTH}-V_{UTH})の瞬時値

また、上記流量演算処理において、CPU9aは、RAM式(1)に示すような演算を行い、ガス自体の温度変化及びコンデンサCの容量変動に起因した積分値 [$\int (V_{DTH} - V_{UTH}) dt$] ONの変動を補正する。

【数1】

$$\left\{ \int (V_{mH} - V_{tH}) dt \right\}_{ON} - \left\{ \int (V_{mH} - V_{tH}) dt \right\}_{OFF} \times \frac{Bass-cal}{Curr-cal} = X \quad \dots(1)$$

に基づいた流量演算に比べ、出力(V_{DTH}-V_{UTH})の積分値に基づいた流量演算を行うことにより、流速に対する分解能が向上する。このため、ヒータ抵抗器14による加熱を、ヒータ抵抗器14の加熱開始に応じて変化する出力(V_{DTH}-V_{UTH})が飽和する前に、停止したことによる加熱を、ヒータ抵抗器14の加熱開始に応じて変化する出力(V_{DTH}-V_{UTH})が小さくなり、分解能が低下しても、低下した分を補うことができる。しかも、積分値を用いることにより、出力(V_{DTH}-V_{UTH})に生じるノイズに起因する誤差を小さくすることができ、検出精度向上を図ることができる。

【0049】さらに、上述した電子式ガスマータによれば、CPU9aが、積分回路6に、ヒータ抵抗器14が加熱を行っている全期間、出力(V_{DTH}-V_{UTH})を積分させる。従って、流速に対する出力(V_{DTH}-V_{UTH})の積分値をより大きくすることができ、分解能が向上し、より一層検出精度向上を図ることができる。

【0050】なお、上述した実施の形態では、常に、ヒータ抵抗器14による加熱を、ヒータ抵抗器14の加熱開始に応じて変化する出力(V_{DTH}-V_{UTH})が飽和する前に、ヒータ抵抗器14による加熱を停止させていた。しかしながら、流量計測においては、ガスが流れしており、高い計測精度が要求されるときと、流体が流れていらず、高い計測精度が要求されないときがある。そこで、上記出力(V_{DTH}-V_{UTH})が飽和する前に、ヒータ抵抗器14による加熱を停止させる第1ヒータ制御モードと、出力(V_{DTH}-V_{UTH})が飽和した後に、ヒータ抵抗器14による加熱を停止させる第2ヒータ制御モードとの2つのヒータ制御モードを設ける。

【0051】そして、積分回路6から出力される積分値に基づき、ガスが流れている状態から流れていらない状態になったと判断できるときは、第2ヒータ制御モードから第1ヒータ制御モードに切り替え、ガスが流れていらない状態から流れている状態になったと判断できるときは、第1ヒータ制御モードから第2ヒータ制御モードに切り替えることも考えられる。

【0052】以上のように、2つのヒータ制御モードを設け、状況に応じて切り替えることにより、高い計測精度が要求されるときは、消費電力は多くなるが、高い計測精度が得られる第2ヒータ制御モードによる加熱制御を行うことができ、高い計測精度が要求されないときは、高い計測精度が得られないが、消費電力が低くなる第1ヒータ制御モードによる加熱制御を行うことができるため、計測精度を向上しつつ、消費電力低下を図ること

とができる。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1、2及び6記載の発明によれば、ヒータによる加熱を、ヒータの加熱開始に応じて変化する温度センサの出力が飽和する前に、停止することにより、流速に応じた温度センサの出力が得られるようにヒータを加熱することができ、しかも、温度センサの出力が飽和するまでヒータの加熱を持続させる必要がないため、ヒータの加熱時間を短くすることができるので、流速センサでの消費電力の低減を図った流量計測方法を得ることができる。

【0054】請求項3記載の発明によれば、温度センサ出力の瞬時値に基づいた流量演算に比べ、温度センサ出力の積分値に基づいた流量演算を行うことにより、流速に対する分解能が向上する。このため、ヒータによる加熱を、ヒータの加熱開始に応じて変化する温度センサの出力が飽和する前に、停止したことに起因して、流速に対する温度センサ出力が小さくなり、分解能が低下しても、低下した分を補うことができる。しかも、積分値を用いることにより、温度センサ出力に生じるノイズに起因する誤差を小さくすることができるので、検出精度向上を図った流量計測装置を得ることができる。

【0055】請求項4記載の発明によれば、流速に対する温度センサ出力の積分値をより大きくすることができ、分解能が向上するので、検出精度向上を図った流量計測装置を得ることができ。

【0056】請求項5記載の発明によれば、流量に応じて、演算式が変わっても、適切な流量を演算することができるので、より一層、検出精度向上を図った流量計測装置を得ることができ。

【0057】請求項7記載の発明によれば、第1及び第2ヒータ制御手段の何れか一方を選択できるようにして、選択したヒータ制御手段に加熱制御を行わせること

により、高い計測精度が要求されるときは、消費電力は多くなるが、高い計測精度が得られる第2ヒータ制御手段による加熱制御を行わせ、高い計測精度が要求されないときには、高い計測精度が得られないが、消費電力が低くなる第1ヒータ制御手段による加熱制御を行わせることができるので、計測精度を向上しつつ、消費電力低下を図ったヒータ制御装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の流量計測方法を実施した流量計測装置の基本構成図である。

【図2】本発明の流量計測方法を実施した流量計測装置及びヒータ制御装置を組み込んだ電子式ガスマータの一実施の形態を示す回路図である。

【図3】図2の電子式ガスマータを構成するスイッチ2、5、7、62及び63のオンオフ状態を示すタイムチャートである。

【図4】加熱開始からの経過時間と、流量毎の積分値 $(V_{DTH} - V_{UTH}) dt$ との関係を示すグラフである。

【図5】積分値 X と、流量 Q との関係を示すグラフである。

【図6】流量計測装置に用いられる流速センサの一例を示す図である。

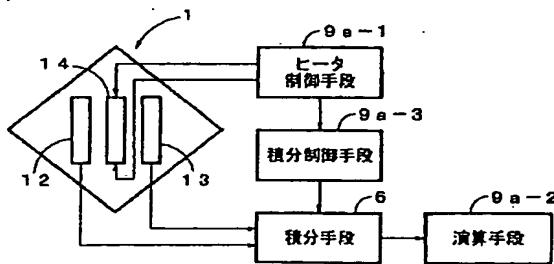
【図7】図6の流速センサの等価回路図である。

【図8】従来のヒータ抵抗器14の加熱時間を説明するための図である。

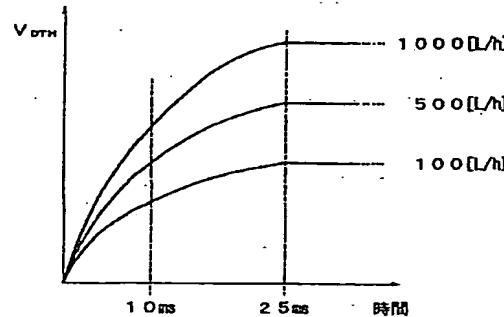
【符号の説明】

6	積分手段（積分回路）
9a-1	ヒータ制御手段（CPU）
9a-2	演算手段（CPU）
9a-3	積分制御手段（CPU）
12	温度センサ（サーモバイル）
13	温度センサ（サーモバイル）
14	ヒータ（ヒータ抵抗器）

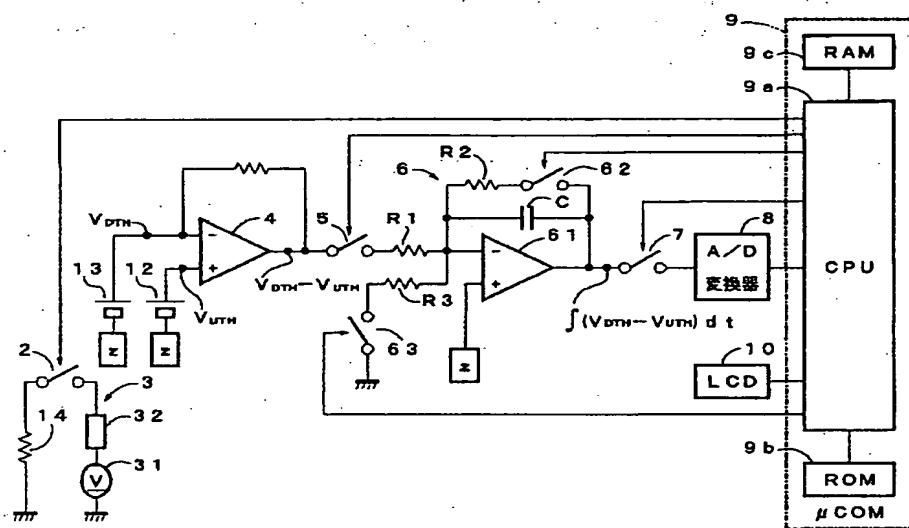
【図1】



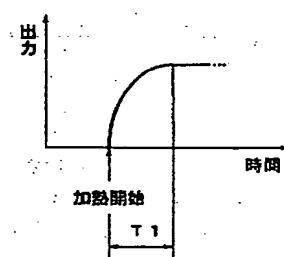
【図4】



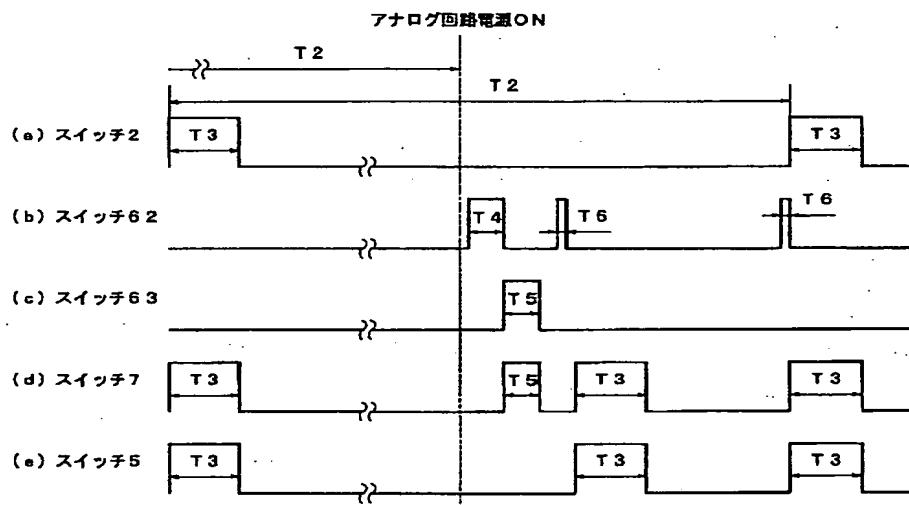
【図2】



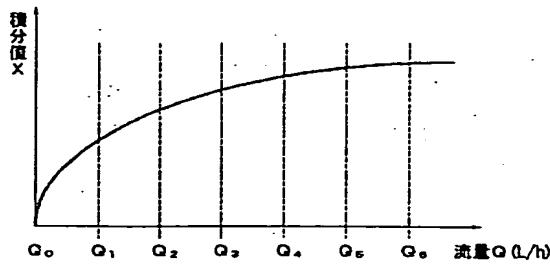
【図8】



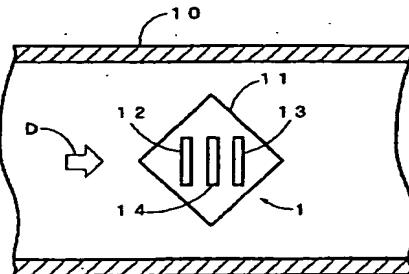
【図3】



【図5】

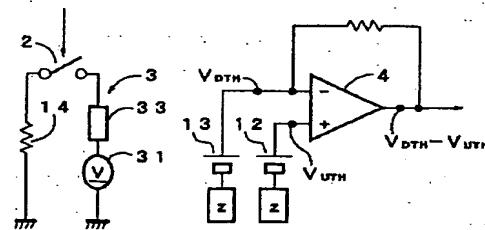


【図6】



10…ガス流路

【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.